

REC'D 01 MAR 2005

WIPO

PCT



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

IB/05/050692

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

04100923.4 ✓

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:

Application no.: 04100923.4 ✓

Demande no:

Anmeldetag:

Date of filing: 08.03.04 ✓

Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Dynamische Netzwerkfusion bei drahtlosen Adhoc-Netzwerken

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

H04L12/56

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PL PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Dynamische Netzwerkfusion bei drahtlosen Adhoc-Netzwerken

Die Erfindung bezieht sich auf Netzwerke mit wenigstens einem Slave-Terminal und einem damit verbundenen Master-Terminal. Solche Netzwerke können beispielsweise
5 Terminals enthalten, die nach dem Bluetooth-Standard arbeiten.

Ursprünglich wurde der Bluetooth-Standard entwickelt, um eine drahtlose Kommunikation verschiedenster Terminals über kurze Entfernung zu ermöglichen. Erst mit der Zeit kam der Bedarf an einer Vernetzung von Bluetooth-Terminals, der Erstellung eines
10 sogenannten Adhoc-Netzwerks. Hierbei stellt sich allerdings das Problem, wie ein Bluetooth-Netzwerk mit mehreren Teilnehmern schnell und automatisch aufgebaut wird, da die Bluetooth Spezifikation dazu keine Vorgaben macht. In dem Dokument „Bluetooth SIG, PAN Working Group, Personal Area Networking Profile, Version 1.0, July 23, 2002, Seiten 10 bis 12“ wird beispielsweise beschrieben, wie ein Netzwerk unter dem Bluetooth-
15 Standard aufzubauen ist. Hierbei wird angegeben, dass ein Netzwerkaufbau nur manuell stattfindet, d.h. es werden keine Vorschläge gemacht, in welcher Form sich Terminals automatisch zu Netzwerken verbinden. Ebenso werden keine Vorschläge gemacht, wie sich mehrere bestehende Sub-Netzwerke automatisch miteinander zu einem Netzwerk verbinden.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Netzwerk zu schaffen, welches automatisch eine Einbindung eines weiteren Sub-Netzwerkes ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch Netzwerke der eingangs genannten Art durch folgende
25 Maßnahmen gelöst:

Die Sub-Netzwerke weisen wenigstens ein Slave-Terminal und ein damit verbundenes Master-Terminal auf, das zur Beauftragung wenigstens eines Slave-Terminals des jeweiligen Sub-Netzwerkes zum Austausch von Sub-Netzwerkinformationen mit anderen Sub-Netzwerken vorgesehen ist,
30 wobei für ein zum Informationsaustausch beauftragtes Slave-Terminal ein anfragender oder antwortender Zustand vorgesehen ist und das Master-Terminal eines antwortenden Slave-

Terminals zum Auflösen seines Sub-Netzwerkes vorgesehen ist und das Master-Terminal eines anfragenden Slave-Terminals zur Einbindung der Terminals des aufgelösten Sub-Netzwerkes in sein eigenes Sub-Netzwerk vorgesehen ist.

- 5 Erfindungsgemäß ist nicht das Master-Terminal damit beschäftigt, Sub-Netzwerk-Informationen mit anderen Sub-Netzwerken auszutauschen, sondern ein von diesem beauftragtes Slave-Terminal. Die ausgetauschte Information beinhaltet auch die Information, ob das an der Kommunikation beteiligte Slave-Terminal in einem Sub-Netzwerke eingebunden ist. Damit kann sich das Master-Terminal weitgehend um die
- 10 Kommunikation im eigenen Netzwerk kümmern. Nachdem ein anderes Sub-Netzwerk auf eine Anfrage eines Slave-Terminals geantwortet hat, wird diese Antwort an das Master-Terminal weitergeleitet, welches den Verbindungsaufbau mit den Terminals des inzwischen aufgelösten anderen Sub-Netzwerkes beginnt, deren Adressen zuvor vom antwortenden Slave-Terminal mitgeteilt wurden. Nach Anspruch 3 werden jedem Terminal eines Sub-
- 15 Netzwerkes alle Adressen aller im Sub-Netzwerk eingebundenen Terminals durch das eigene Master-Terminal mitgeteilt. Dadurch ist es jederzeit möglich, ein Sub-Netzwerk vollständig in ein anderes Sub-Netzwerk einzubinden. Die Einbindung von Terminals geschieht unter bestimmten Bedingungen, wie in Anspruch 4 angegeben. Eine Bedingung könnte beispielsweise sein, dass ein Terminal nicht zuvor mit dem Netzwerk verbunden
- 20 gewesen ist. Diese Bedingungen könnten mittels einer vom Master-Terminal verwalteten Sonderliste (Blacklist) geprüft werden, wie in Anspruch 5 angegeben.

- Ferner ist nach Anspruch 6 erfindungsgemäß vorgesehen, dass nur ein Slave-Terminal eines Sub-Netzwerkes versucht, mit anderen Sub-Netzwerken Informationen auszutauschen und
- 25 die anderen Terminals desselben Sub-Netzwerkes keine Antworten oder Anfragen senden. Es wird damit verhindert, dass ein Sub-Netzwerk von einem anderen Sub-Netzwerk mehrfach entdeckt wird oder sich selbst entdeckt.

- Das erfindungsgemäße Netzwerk kann aus Terminals aufgebaut werden, die nach dem
- 30 Bluetooth-Standard arbeiten. Der Aufbau der hierfür vorgesehenen Software-Techniken ist in Anspruch 7 dargestellt.

Um die Kommunikation im Netzwerk nicht unnötig zu stören, ist das Master-Terminal dazu vorgesehen, nur ein einziges und nicht an der Kommunikation beteiligtes Slave-Terminal mit dem Austausch von Sub-Netzwerkinformationen zu beauftragen.

- 5 Die Erfindung bezieht sich auch auf Sub-Netzwerke, die zur Auflösung und Einbindung in ein anderes Sub-Netzwerk vorgesehen sind und auf Sub-Netzwerke, die zur Einbindung von Terminals eines aufgelösten Sub-Netzwerkes vorgesehen sind.

- Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Terminal, welches als Slave- oder Master-Terminal zur Einbindung in ein Sub-Netzwerk vorgesehen ist, wobei ein Master-Terminal zur Mitteilung der Adressen aller ins eigene Sub-Netzwerk eingebundenen Terminals an alle im eigenen Netzwerk eingebundenen Terminals und zur Beauftragung von Slave-Terminals zum Austausch von Sub-Netzwerkinformationen mit anderen Sub-Netzwerken vorgesehen ist und ein beauftragtes Slave-Terminal für einen anfragenden oder antwortenden Zustand vorgesehen ist und zur Weiterleitung der erhaltenen Sub-Netzwerkinformation an das eigene Master-Terminal vorgesehen ist und das Master-Terminals eines antwortenden Slave-Terminals zur Auflösung des eigenen Sub-Netzwerkes und das Master-Terminal eines anfragenden Slave-Terminal zur Einbindung der Terminals des aufgelösten Sub-Netzwerkes vorgesehen ist und ein Slave-Terminal ohne Auftrag des Master-Terminals zum Austausch von Sub-Netzwerkinformationen nicht zum Anfragen oder Antworten auf Anfragen eines Terminals vorgesehen ist.
- 10
15
20

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

25

- Fig. 1 ein stark vereinfachtes Schichtenmodell der in einem Terminal enthaltenen Software-Komponenten,
- Fig. 2 bis 5 den Verbindungsprozess zweier Sub-Netzwerke mit jeweils einem Master-Terminal und mehreren Slave-Terminals zu einem einzigen Netzwerk und
- 30 Fig.6 ein Zustandsdiagramm zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Software-Komponente.

Bluetooth ist ein Kommunikationsstandard für drahtlose Funkkommunikation, der einen Datenaustausch zwischen allen denkbaren Terminaltypen ermöglichen soll. Ob Notebook, Organizer, Mobiltelefon oder Peripheriegeräte von Computern, alles soll durch Bluetooth die Fähigkeit erhalten, miteinander kommunizieren zu können. Die Terminals in einem

5 Bluetooth-Netzwerk operieren auf 79 Kanälen mit jeweils 1 MHz Bandbreite im 2.45 GHz Frequenzbereich. Bei der Kommunikation wird nicht ständig ein und der selbe Kanal benutzt, sondern es wird 1600 mal in der Sekunde die Frequenz gewechselt (Frequency Hopping), um Interferenzen zu anderen Geräten auszugleichen. Dies ist notwendig, da das benutzte Frequenzband frei verfügbar ist. Die Nutzdaten werden paketorientiert transpor-

10 tiert und, um den Anwendungsanforderungen zu genügen, sind unterschiedliche Pakettypen definiert. Sie unterscheiden sich nach synchronem und asynchronem Betrieb und sind durch einen Eintrag im Header identifiziert.

Wesentliche Eigenschaften eines Bluetooth Gerätes sind zum einen eine eigene Taktrate

15 (Clock), welche die Taktrate bei den Frequenzsprüngen vorgibt, sowie eine eindeutige Bluetooth-Terminaladresse (Bluetooth Device Address). Aus dieser ergibt sich dann auch die Identität des Terminals, welche die verschiedenen Frequenzen der Hopping-Sequenz festlegt.

20 Bei der Verbindung zweier Bluetooth-Terminals übernimmt eines die Rolle des Master-Terminals und das andere die Rolle des Slave-Terminals. Dabei ist zu beachten, dass es so etwas wie vorherbestimmte Master- oder Slave-Terminals nicht gibt, die Rollenverteilung findet dynamisch beim Verbindungsaufbau statt. Das Master-Terminal legt verbindlich für das Slave-Terminal die Hopping-Sequenz, also die "Sprünge" zwischen den Frequenzen,

25 fest und verteilt Senderechte.

Beim Verbindungsaufbau werden zwei Phasen durchlaufen. Die erste Phase wird als Inquiry-Phase bezeichnet und dann verwendet, wenn nach noch nicht entdeckten Terminals oder Sub-Netzwerken gesucht werden soll, über die noch keinerlei

30 Informationen vorliegen. Solange keine Verbindung besteht, wechselt ein Terminal ständig zwischen den Zuständen Inquiry (Anfrage) und Inquiry-on (Suche-nach-Anfrage). Im Zustand Inquiry ruft das Terminal zwischen 22 Frequenzen um festzustellen, ob eine Anfrage an das Terminal beantwortet wird, das sich ebenfalls im Zustand Inquiry befindet.

sucht nach einer Inquiry-Nachricht. Empfängt ein Terminal im Zustand Inquiry-Scan eine solche Anfrage, so antwortet es, indem es wenigstens seine Adresse und seine Taktrate übermittelt, und der Austausch von Informationen kann beginnen.

- 5 Die zweite Phase des Verbindungsaufbaus wird als Page-Phase bezeichnet. In dieser Phase wechselt ein Terminal in den Zustand Page (Ruf) und das andere Terminal in den Zustand Page-Scan (Suche nach Ruf). Die Rollenverteilung ist dabei so festgelegt, dass das anfragende Terminal das Master-Terminal wird oder das anfragende Sub-Netzwerk bestehen bleibt und das antwortende Terminal oder Sub-Netzwerk zu Slave-Terminals werden. Voraus-
- 10 setzung ist, dass dem Master-Terminal die Bluetooth-Terminaladressen der Slave-Terminals bekannt sind. Die Page-Phase kann beschleunigt werden, wenn dem Master-Terminal neben den Adressen auch die Taktraten der jeweiligen Slave-Terminals vorliegen. Das Master-Terminal übermittelt dem Slave-Terminal seine eigene Taktrate und Hopping-Sequenz und weist ihn an, diese zu übernehmen. Das Slave-Terminal synchronisiert sich
- 15 daraufhin auf das Master-Terminal und kann so mit ihm kommunizieren.

- Zwischen den einzelnen Terminals werden Datenpakete übertragen, die außer den Nutzdaten auch zusätzliche Informationen, wie z.B. Sender- und Empfängeradresse, Sendeoptionen, Synchronisations- und gegebenenfalls Sicherungsinformationen und zusätzliche
- 20 Redundanzen, enthalten. Ein solches Paket besteht aus einem 72-bit Zugriffscode (Access Code), einem 54-bit-Header sowie einem variablen Nutzdatenfeld von 0 bis 2745 bit Länge. Für die Inquiry-Phase wird beispielsweise ein ID-Paket verwendet, welches die Adresse des Terminals enthält. Der gegenwärtige Bluetooth-Standard hat noch einige Bits in diesem Feld reserviert, die bisher nicht belegt sind. Ein reserviertes Bit dieses Feldes kann
- 25 zur Kennzeichnung dienen, ob ein Terminal mit einem Netzwerk verbunden ist. Dieses reservierte Bit soll im folgenden als Verbindungsbit bezeichnet werden. Ist ein Terminal bereits in ein Netzwerk eingebunden (verbunden) ist dieses Verbindungsbit auf logisch „1“ und sonst auf logisch „0“ gesetzt. Ein weiteres Paket ist das FHS-Paket (FHS = Frequency Hopping Synchronisation), mit dem beim Verbindungsaufbau u.a. Taktinformationen, die
- 30 Adressen aller Terminals des Sub-Netzwerkes, die Phase der Hopping-Sequenz, die Bezeichnung des „Class of Service“ (um welche Art von Gerät es sich handelt) übermittelt wird.

Es können Bluetooth-Netzwerke in einer Punkt-zu-Punkt-, Piconetz- und Scatternetz-Topologie realisiert werden. Diese Netzwerk-Topologien eröffnen eine Vielzahl von denkbaren Anwendungsmöglichkeiten. Ein Piconetz besteht aus einem Master-Terminal und bis zu sieben aktiven Slave-Terminals. Ein Master-Terminal kann prinzipiell mehr als
 5 sieben Slave-Terminals kontrollieren, indem es einige Slave-Terminals in eine Art Schlafmodus schickt. Die Kommunikation läuft hierbei grundsätzlich ausschließlich über das Master-Terminal, welches Senderechte verteilt und die zu nutzenden Frequenzen vorgibt. Das Master-Terminal verteilt abwechselnd Senderechte an die einzelnen Slave-Terminals.

10 Wegen der Anwendung von Frequenz-Hopping ist eine Koexistenz mehrerer Piconetze, hier auch als Sub-Netzwerke bezeichnet, nebeneinander möglich. Dabei könnte ein Terminal sogar Mitglied in mehreren Piconetzen sein. Dazu würde das Terminal einfach die Hopping-Sequenz aller Master-Terminals speichern, in deren Netzwerk es Mitglied
 15 wäre und könnte sich so auf die Frequenz eines jeden Netzwerks einstellen. Ein solches Terminal würde als Brücken-Terminal (Bridge-Node) bezeichnet, da es quasi eine Brücke zwischen den Piconetzen darstellt. Mehrere, auf diese Weise verbundene Piconetze würden ein Scatternetz bilden. Der gegenwärtige Bluetooth-Standard unterstützt allerdings keine Scatternetze.

20 Ursprünglich wurde der Bluetooth-Standard entwickelt, um eine drahtlose Kommunikation verschiedenster Terminals über kurze Entfernung zu ermöglichen. Erst mit der Zeit kam der Bedarf an einer Vernetzung von Bluetooth-Terminals, der Erstellung eines sogenannten Adhoc-Netzwerks. Beispielsweise befinden sich mehrere Gruppen von
 25 Teilnehmern einer Konferenz mit Bluetooth-Terminals in einem Raum. Jede Gruppe bildet ein eigenes Sub-Netzwerk. Möchten diese Gruppen ihre Daten untereinander austauschen würde nun jeder Teilnehmer einen Befehl der Art "Baue Verbindung zu Adhoc Netzwerk auf" ausführen, nach kurzer Zeit eine Meldung "Verbindung zu Adhoc Netzwerk steht" erhalten und daraufhin den Datenaustausch mit beliebigen anderen
 30 Teilnehmern aufnehmen können. Hierbei stellt sich allerdings das Problem, wie ein Bluetooth-Netzwerk aus mehreren Sub-Netzwerken schnell und automatisch ohne Zutun der Teilnehmer aufgebaut wird, da die Bluetooth-Spezifikation nicht dafür vorgesehen ist.

Ein Terminal enthält erfindungsgemäß eine Software-Komponente, die als „Dynamic Personal Area Network Manager“ (im folgenden DPM-Software genannt) bezeichnet wird und die mit der eigentlichen Bluetooth-Software und der jeweiligen Anwendungs-Software zusammenarbeitet und zum Aufbau und zur Steuerung eines Adhoc-Netzwerks vorgesehen ist. Ein stark vereinfachtes Schichtenmodell der Software-Komponenten ist in Fig. 1 gezeigt. Oberhalb der Schicht 1, welche die Bluetooth-Software (erste Software-Komponente) repräsentiert, ist die Schicht mit der DPM-Software 2 (zweite Software-Komponente) und eine für das Internet-Protokoll vorgesehene Software 3 angeordnet. In der obersten Schicht 4 liegt Anwendungs-Software, welche über eine Software-Schnittstelle 5 (im folgenden als DPM-API-Software bezeichnet) die DPM-Software startet, steuert und beendet.

Bei der Bildung eines Adhoc-Netzwerks aus wenigstens zwei Sub-Netzwerken wird von den betroffenen Terminals eine im Folgenden beschriebene Netzaufbau-Prozedur durchgeführt. Der erste Schritt in einem erfindungsgemäßen automatischen Adhoc-NetzwerkAufbau ist eine automatische Detektierung von Terminals eines anderen Sub-Netzwerks (Inquiry-Phase). Die Terminals müssen vor dem Start eines Netzwerkaufbaus unabhängig voneinander Informationen ihrer Umgebung sammeln. Jedes Sub-Netzwerk kann ein Adhoc-Netzwerk selbstständig aufbauen, indem es die oben beschriebenen Zustände Inquiry und Inquiry-Scan zum Informationsaustausch mit einem anderen Sub-Netzwerk einnimmt. Die Umschaltzeit zwischen den beiden Zuständen muss dabei zufällig gewählt werden. Wenn ein anderes Sub-Netzwerk gefunden worden ist, wird die Inquiry-Phase gestoppt und mit dem detektierten Sub-Netzwerk eine Verbindung aufgebaut (Page-Phase). Es ist somit automatisch ohne Zutun des Gerätebenutzers ein neues Netzwerk spontan aus zwei Sub-Netzwerken erzeugt worden. Spätestens nach vollendeter Einbindung aller Terminals des einen Sub-Netzwerks in das andere Sub-Netzwerk teilt das Master-Terminal allen im Netzwerk eingebundenen Terminals die Adressen aller im Netzwerk eingebundenen Terminals mit. Jedes weitere Sub-Netzwerk kann in das oben beschriebene Netzwerk eingebunden werden, indem die im Folgenden beschriebene Einbindeprozedur erneut angewandt wird. Insbesondere benötigt diese Prozedur keinen Bluetooth Standard, der Scatternetze unterstützt.

Erfindungsgemäß wählt ein Master-Terminal jeweils ein mit ihm verbundenes Slave-Terminal in einer bestimmten Reihenfolge aus, um einen Informationsaustausch mit anderen Terminals zu ermöglichen. Dabei wechselt das beauftragte Slave-Terminal in den Zustand Anfragen (Inquiry) und anschließend in den Zustand Suche-nach-Anfragen (Inquiry-scan). Da sich ein Zustandswechsel in die Zustände Inquiry oder Inquiry-Scan störend auf die Kommunikation innerhalb eines Netzwerkes auswirkt, werden durch die Minimierung der Anzahl der zu diesen Zustandswechsel beauftragten Slave-Terminals auch die verbundenen Störungen auf ein Minimum reduziert. Eine hohe Dienstgüte innerhalb des Sub-Netzwerks wird erreicht, indem sich das Master-Terminal niemals in den Zuständen Anfrage (Inquiry) oder Suche-nach-Anfragen (Inquiry-Scan) befindet und insofern für die Kommunikation innerhalb des Netzwerkes zur Verfügung steht.

Die Einbindung eines weiteren Sub-Netzwerkes kann durch folgende Schritte und mittels der Figuren 2 bis 6 erläutert werden. Die Fig. 2 zeigt zwei Sub-Netzwerke, das erste Sub-Netzwerk bestehend aus einem Master-Terminal 6 und drei damit verbundenen Slave-Terminals 7 bis 9 und das andere Sub-Netzwerk ebenfalls bestehend aus einem Master-Terminal 10 und drei damit verbundenen Slave-Terminals 11 bis 13. Die Master-Terminals haben jeweils ein Slave-Terminal (Terminal 9 im ersten Sub-Netzwerk und Terminal 13 im zweiten Sub-Netzwerk) beauftrag, mit anderen Sub-Netzwerken Informationen auszutauschen, die auch die Information über die Zugehörigkeit zu einem Netzwerk (Verbindungsbit gesetzt auf logisch „1“ = eingebunden in Netzwerk oder „0“ = nicht eingebunden in Netzwerk) beinhalten. Zu diesem Zweck wechseln die Slave-Terminals 9 und 13 periodisch in die Zustände Anfrage (Inquiry (I)) und Suchen-nach-Anfragen (Inquiry-Scan (IS)), wobei die Umschaltzeit zwischen den beiden Zuständen zufällig gewählt wird. Haben sich zwei Sub-Netzwerke, wie in Fig. 3 gezeigt, hinreichend genähert und befinden sich die zum Informationsaustausch beauftragten Slave-Terminals im ersten Sub-Netzwerk im Zustand Inquiry (Terminal 9) und im zweiten Sub-Netzwerk im Zustand Inquiry-Scan (Terminal 13), antwortet Terminal 13 auf die Anfrage von Terminal 9 mit einem Paket (ID-Paket), das mindestens die Adresse des Terminals 13 enthält. In der Antwort können auch mehrere Adressen oder alle Adressen der Terminals des zweiten Sub-Netzwerks enthalten sein. Beide Slave-Terminals 9 und 13 können dann miteinander kommunizieren, wenn das Master-Terminal 6 und das Master-Terminal 10 miteinander kommunizieren.

Informationen. Das mit dem Slave-Terminal 13 verbundene Master-Terminal 10 erhält die Information, dass das Slave-Terminal 9 in ein anderes Netzwerk eingebunden ist und sich im Zustand Inquiry befindet. Wie in Fig.4 gezeigt, weist das Master-Terminal 10 daher alle Slave-Terminals des eigenen Sub-Netzwerks an, den Zustand Page-Scan einzunehmen, löst
5 das eigene Sub-Netzwerk auf und geht dann selbst in den Zustand Page-Scan zur Einbindung in das andere Sub-Netzwerk über. Das mit Slave-Terminal 9 verbundene Master-Terminal 6 erhält die Information, dass das Slave-Terminal 13 in ein anderes Netzwerk eingebunden ist und sich im Zustand Inquiry-Scan befindet. Wie in Fig. 4 gezeigt, geht das Master-Terminal 6 in den Zustand Page über, um die Terminals des
10 anderen Sub-Netzwerkes in sein eigenes Sub-Netzwerk einzubinden. Wie in Fig. 5 gezeigt, baut das Master-Terminal 6 eine Verbindung zu dem Terminal 13, dessen Adresse dem Master-Terminal durch die Kommunikation der Slave-Terminals 9 und 13 miteinander bekannt ist, auf und bindet das Terminal nach Empfang des FHS-Pakets in sein Netzwerk ein. Spätestens jetzt übermittelt das eingebundene Terminal 13 dem Master-Terminal die
15 Adressen der Terminals 10 bis 12. Die Terminals, dessen Adressen dem Master-Terminal 6 bekannt sind, werden nun vom Master-Terminal 6 in sein Netzwerk eingebunden. Nach Abarbeitung der Adressenliste des aufgelösten Sub-Netzwerkes besteht das nun entstandene größere Netzwerk aus dem Master-Terminal 6 und den Slave-Terminals 7 bis 13. Spätestens jetzt teilt das Master-Terminal den eingebundenen Slave-Terminals 7 bis 13 die
20 Adressen aller im Netzwerk eingebundenen Terminals 6 bis 13 mit.

Anschließend weist das Master-Terminal 6 dann das nächste Slave-Terminal (z.B. Slave-Terminal 7) an, mit anderen Netzwerken Informationen auszutauschen.

Das Master-Terminal beauftragt in einer bestimmten Reihenfolge die Slave-Terminals, die
25 Zustände Inquiry und Inquiry-Scan einzunehmen. Beispielsweise kann diese bestimmte Reihenfolge so aussehen, dass alle Slave-Terminals hintereinander eine jeweils gleiche vorgegebene Zeit in diese Zustände gehen.

Die Funktion der DPM-Software, welche den oben beschriebenen Prozess steuert, kann
30 anhand des in Fig. 6 dargestellten Zustandsdiagramms erläutert werden. Die DPM-Software weist insgesamt sieben Zustände auf, die in der Fig. 6 durch die Rechtecke 14 bis 20 dargestellt sind. Ein Slave-Terminal geht durch Auftrag des Master-Terminals vom

Zustand Connected Slave (Rechteck 16) in den Zustand Inquiry (Rechteck 17) über (Pfeil MR1). Erhält es innerhalb einer zufällig ausgewählten Zeit eine Antwort durch ein anderes Terminal, so geht es nach einem Informationsaustausch mit dem antwortenden Terminal in den Zustand Connected Slave (Rechteck 16) über (Pfeil IR). Erhält das sich im Zustand Inquiry (Rechteck 17) befindliche Terminal in dem Zeitraum keine Antwort, so geht es in den Zustand Inquiry-Scan (Rechteck 18) über (Pfeil TO1). Erhält es auch in diesem Zustand in einem zufällig ausgewählten Zeitraum keine Anfrage eines anderen Terminals, so geht das Terminal in den Zustand Connected Slave (Rechteck 16) über (Pfeil TO2). Erhält es dagegen im Zustand Inquiry-Scan (Rechteck 18) eine Anfrage, so geht es nach seiner Antwort auf die Anfrage in den Zustand Connected Slave (Rechteck 16) über (Pfeil IA). Das Terminal unterrichtet das eigene Master-Terminal über die situationsabhängig ausgeführten Zustandsänderungen (Pfeile IR, IA oder TO2).

Ist ein Slave-Terminal entsprechend Pfeil TO2 in den Zustand Connected Slave (Rechteck 16) übergegangen, wird vom Master-Terminal ein anderes Slave-Terminal beauftragt, den oben beschriebenen Ablauf erneut zu durchlaufen.

Ist ein Slave-Terminal entsprechend Pfeil IA in den Zustand Connected Slave (Rechteck 16) übergegangen, so bereitet das eigene Master-Terminal die Auflösung des Netzwerkes vor, indem es alle Slave-Terminals anweist, vom Zustand Connected Slave (Rechteck 16) zum Zustand Disconnected (Rechteck 15) (Pfeil MR2) und anschließend zum Zustand Page-Scan (Rechteck 20) überzugehen (Pfeil T2). Anschließend geht das Master-Terminal selbst vom Zustand Connected Master (Rechteck 14) zum Zustand Disconnected (Rechteck 15) (Pfeil SR2) über und wechselt anschließend in den Zustand Page-Scan (Rechteck 20) (Pfeil T2). Ist innerhalb eines bestimmten Zeitraums keine Einbindung in ein Netzwerk zustande gekommen, so gehen die Terminals vom Zustand Page-Scan (Rechteck 20) in den Zustand Disconnected (Rechteck 15) über (Pfeil TO4).

Ist ein Slave-Terminal entsprechend Pfeil IR in den Zustand Connected Slave (Rechteck 16) übergegangen, teilt es dem Master-Terminal wenigstens die Netzwerkzugehörigkeit und Adresse des antwortenden Terminals mit. Das Master-Terminal ändert daraufhin seinen Zustand vom Connected Master zum Connected Slave (Rechteck 16) über (Pfeil MR1).

(Pfeil SR1), in dem es versucht, eine Verbindung zu dem Terminal aufzubauen, dessen Antwort mindestens die eigene Adresse enthalten hat und somit bekannt ist. Die Antwort könnte aber auch mehrere Adressen oder alle Adressen des aufgelösten Sub-Netzwerks enthalten haben. Ist der Verbindungsaufbau erfolgreich, so geht das neu eingebundene Terminal vom Zustand Page-Scan (20) in den Zustand Connected Slave (Rechteck 16) über (Pfeil PA) und ist nun Bestandteil des erweiterten Netzwerks. Spätestens jetzt teilt es dem Master-Terminal die Adressen der anderen Terminals im Zustand Page-Scan (Rechteck 20) des aufgelösten Sub-Netzwerkes mit. Das Master-Terminal geht bei erfolgreicher Einbindung eines Terminals erneut in den Zustand Page (Rechteck 19) (Pfeil PR) und versucht das nächste Terminal auf der übermittelten Adressenliste einzubinden. Ist die Einbindung nicht erfolgreich, so geht das Master-Terminal in den Zustand Page (Rechteck 20) (Pfeil TO3) und versucht das nächste Terminal auf der übermittelten Adressenliste einzubinden. Ist die Adressenliste abgearbeitet, so kehrt das Master-Terminal vom Zustand Page (Rechteck 19) in den Zustand Connected Master (Rechteck 14) zurück (Pfeil T1).

Nachdem das Master-Terminal allen mit ihm verbundenen Slave-Terminals die Adressen aller im eigenen Netzwerk eingebundenen Terminals mitgeteilt hat, beauftragt das Master-Terminal erneut ein Slave-Terminal, Informationen mit einem anderen nicht eingebundenen Sub-Netzwerk auszutauschen. Zu diesem Zweck geht das Slave-Terminal vom Zustand Connected Slave (Rechteck 16) in Zustand Inquiry (Rechteck 17) über (Pfeil MR1). Der oben beschriebene Programmablauf wird nun erneut durchlaufen.

Zu erwähnen ist, dass nicht zum Austausch von Sub-Netzwerkinformationen beauftragte Slave-Terminals eines bestehenden Netzwerks nie vom Zustand Connected Slave (Rechteck 16) in die Zustände Inquiry (Rechteck 17) oder Inquiry-Scan (Rechteck 18) wechseln. Damit wird verhindert, dass ein Sub-Netzwerk von einem anderen Sub-Netzwerk mehrfach entdeckt wird oder ein Sub-Netzwerk ein bereits eingebundenes Terminal nochmals entdeckt.

Zur weiteren Optimierung des Netzwerkaufbaus können mittels der DPM-API-Software die Adressen unerwünschter Terminals auf eine sogenannte Sonderliste (Blacklist) gesetzt

werden. Das Master-Terminal überprüft nach Übermittlung der Adresse eines Terminals oder nach Übermittlung der Adressenliste mehrerer Terminals, ob das einzubindende Terminal in der Sonderliste enthalten ist. In diesem Fall wird die gerade aufgebaute Verbindung wieder gelöst oder das Terminal ignoriert, d.h. es wird kein

- 5 Verbindungsaufbau zu diesem Terminal versucht. Anderenfalls wird wie zuvor beschrieben ein Verbindungsaufbau durchgeführt.

- In der Sonderliste sind z.B. solche Terminals aufgeführt, die eine bestimmte Zeit zuvor im Netzwerk eingebunden waren und nicht weiter von Interesse sind. Ferner können solche
- 10 Terminals in dieser Sonderliste gespeichert werden, die bestimmte Dienste nicht anbieten. Beispielsweise wird für das Netzwerk ein Drucker gesucht und alle nicht diesen Drucker-Dienst aufweisenden Terminals werden in dieser Sonderliste abgelegt.

- Die erfindungsgemäße Prozedur eignet sich insbesondere für Netzwerke, in denen sich die
- 15 Terminals schnell bewegen, weil hiermit schnell Verbindungen aufgebaut werden können. Dies wird dadurch erreicht, dass in einem bestehenden Netzwerk stets ein Slave-Terminal in die Zustände Inquiry und Inquiry-Scan wechselt und so laufend aktiv nach neuen Sub-Netzwerken Ausschau gehalten wird. Neue Sub-Netzwerke werden deshalb schnellstmöglich entdeckt und dem bestehenden Netzwerk hinzugefügt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Netzwerk bestehend aus wenigstens zwei Sub-Netzwerken mit jeweils wenigstens einem Slave-Terminal und einem damit verbundenen Master-Terminal, das zur Beauftragung wenigstens eines Slave-Terminals des jeweiligen Sub-Netzwerkes zum Austausch von Sub-Netzwerkinformationen mit anderen Sub-Netzwerken vorgesehen ist,
- 5 wobei für ein zum Informationsaustausch beauftragtes Slave-Terminal ein anfragender oder antwortender Zustand vorgesehen ist und das Master-Terminal eines antwortenden Slave-Terminals zum Auflösen seines Sub-Netzwerk vorgesehen ist und das Master-Terminal eines anfragenden Slave-Terminals zur Einbindung der Terminals des aufgelösten Sub-Netzwerkes in sein eigenes Sub-Netzwerk vorgesehen ist.
- 10
2. Netzwerk nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet,
dass ein zum Informationsaustausch beauftragtes Slave-Terminal zur Bekanntgabe seiner Netzwerkzugehörigkeit vorgesehen ist.
- 15
3. Netzwerk nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Terminal zur Mitteilung der Adressen aller im eigenen Sub-Netzwerk eingebundenen Terminals an alle Slave-Terminals des eigenen Sub-Netzwerkes
- 20 vorgesehen ist.
4. Netzwerk nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Master-Terminal beim Verbindungsaufbau mit anderen Terminals für eine
- 25 Überprüfung von Bedingungen zur Einbindung eines Terminals als Slave-Terminal in das Sub-Netzwerk vorgesehen ist.

5. Netzwerk nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Terminal zur Einbindung eines Terminals als Slave-Terminal in das
5 Netzwerk vorgesehen ist, wenn das Slave-Terminal nicht auf einer Sonderliste enthalten ist.

6. Netzwerk nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein an der Kommunikation im Netzwerk beteiligtes Slave-Terminal, das nicht vom
10 Master-Terminal zum Austausch von Sub-Netzwerkinformation beauftragt wurde, nicht
zum Wechsel in einen Zustand vorgesehen ist, in welchem es Anfragen oder eine Antwort
auf eine Anfrage eines anderen Terminals sendet.

7. Netzwerk nach Anspruch 1,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass ein Terminal eine nach dem Bluetooth-Standard arbeitende erste Software-
Komponente und eine zweite Software-Komponente zur Steuerung der ersten Software-
Komponente, welche zur Umsetzung von Anweisungen einer dritten anwendungs-
orientierten Software vorgesehen ist, und
20 dass die zweite Software-Komponente zur Einbindung von Sub-Netzwerken vorgesehen ist.

8. Netzwerk nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Terminal dazu vorgesehen ist, nur ein einziges und nicht an der Kommu-
25 nikation beteiligtes Slave-Terminal mit dem Austausch von Sub-Netzwerkinformationen
mit anderen Sub-Netzwerken zu beauftragen.

9. Sub-Netzwerk bestehend aus wenigstens einem Slave-Terminal und einem damit verbundenen Master-Terminal, das zur Beauftragung wenigstens eines Slave-Terminals eines Sub-Netzwerkes zum Austausch von Sub-Netzwerkinformationen mit anderen Sub-Netzwerken vorgesehen ist,

- 5 wobei für ein zum Informationsaustausch beauftragtes Slave-Terminal ein anfragender oder antwortender Zustand vorgesehen ist und das Master-Terminal eines antwortenden Slave-Terminals zum Auflösen seines Sub-Netzwerk vorgesehen ist und das Master-Terminal eines anfragenden Slave-Terminals zur Einbindung der Terminals des aufgelösten Sub-Netzwerkes in sein eigenes Sub-Netzwerk vorgesehen ist.

10

10. Terminal, welches als Slave- oder Master-Terminal in einem Sub-Netzwerk vorgesehen ist, wobei

das Terminal als Master-Terminal

- zur Mitteilung der Adressen aller im eigenen Sub-Netzwerk eingebundenen
- 15 Terminals an alle im eigenen Sub-Netzwerk eingebundenen Terminals vorgesehen ist,
- zur Beauftragung eines Slave-Terminals zum Austausch von Sub-Netzwerkinformationen mit einem anderen Sub-Netzwerk vorgesehen ist,
- eines antwortenden Slave-Terminals zur Auflösung des eigenen Sub-Netzwerkes
- 20 vorgesehen ist,
- eines anfragenden Slave-Terminals zum Einbinden der Terminals des aufgelösten Sub-Netzwerkes in das eigene Sub-Netzwerk vorgesehen ist,

und das Terminal als Slave-Terminal

- zum Austausch von Sub-Netzwerkinformation für einen anfragenden oder
- 25 antwortenden Zustand vorgesehen ist,
- zur Weiterleitung der erhaltenen Sub-Netzwerkinformation an das eigene Master-Terminal vorgesehen ist,
- ohne Auftrag des Master-Terminals zum Austausch von Sub-Netzwerkinformationen nicht zum Anfragen oder Antworten auf Anfragen eines
- 30 Terminals vorgesehen ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Dynamische Netzwerkfusion bei drahtlosen Adhoc-Netzwerken

Die Erfindung bezieht sich auf Netzwerke mit wenigstens einem Slave-Terminal und einem damit verbundenen, das Netzwerk steuernden Master-Terminal, das zur

- 5 Beauftragung wenigstens eines Slave-Terminals zum Informationsaustausch mit wenigstens einem anderen Sub-Netzwerk vorgesehen ist. Ein Slave-Terminal eines anderen Sub-Netzwerks sendet nach Empfang einer Anfrage eine Antwort an das anfragende Slave-Terminal des ersten Sub-Netzwerks. Die kommunizierenden Slave-Terminals leiten die ausgetauschten Sub-Netzwerkinformationen zu einer Einbindung des antwortenden Sub-
- 10 Netzwerks in das anfragende Sub-Netzwerk an die Master-Terminals weiter.

Fig. 3

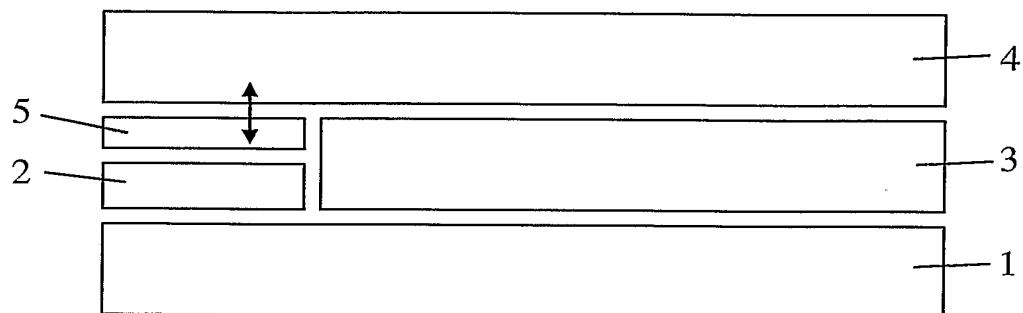


FIG. 1

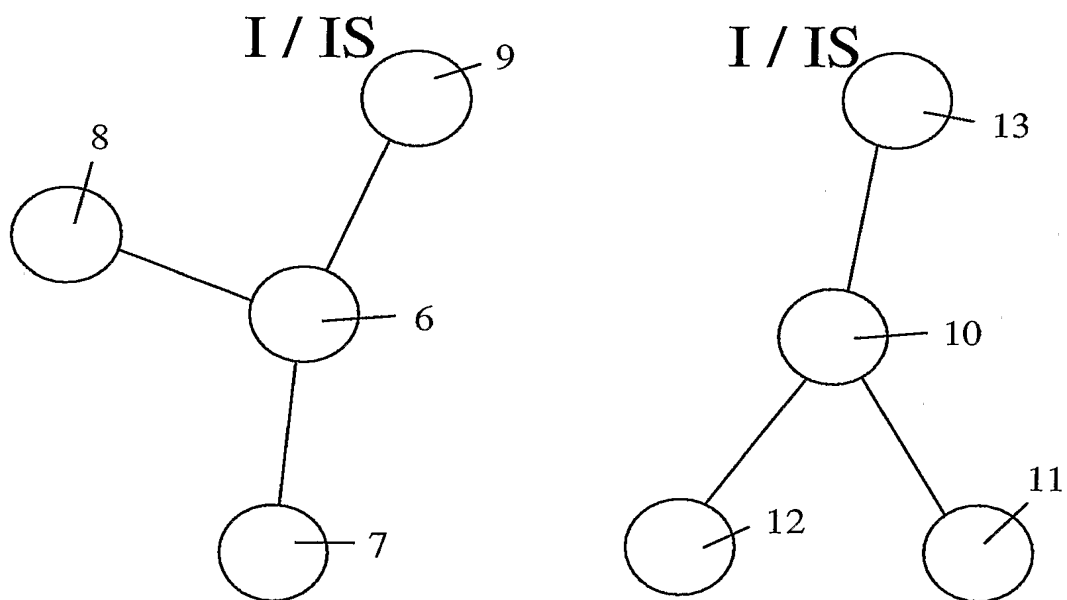


FIG.2

2/3

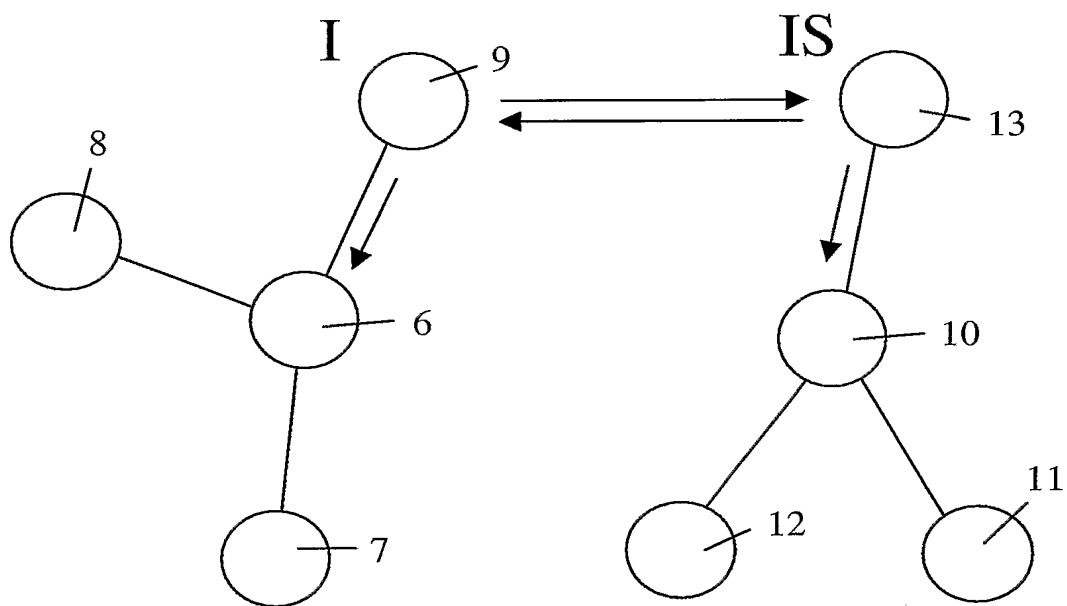


FIG.3

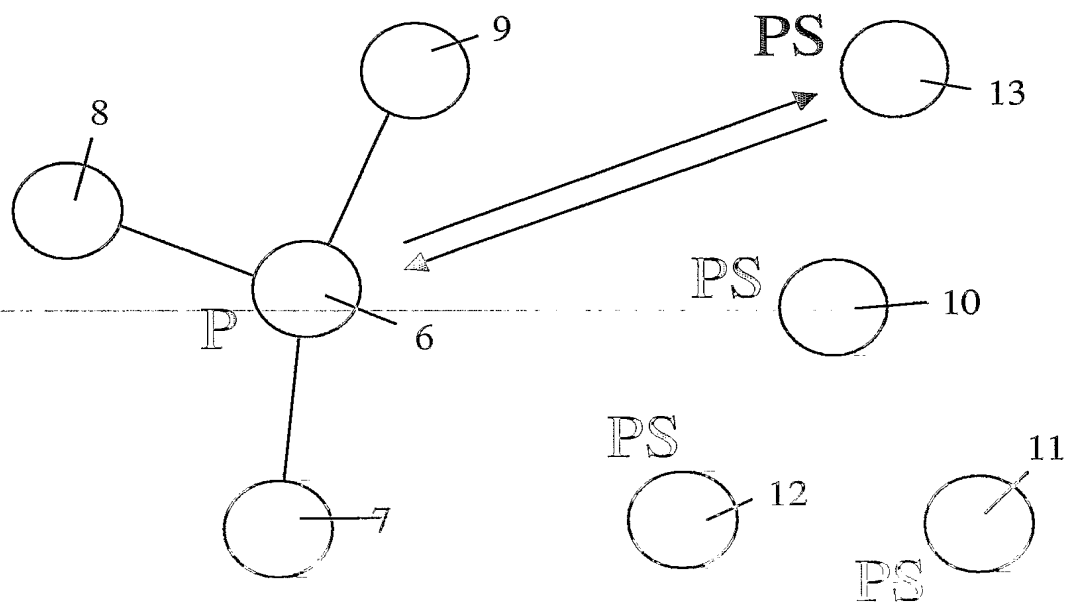


FIG.4

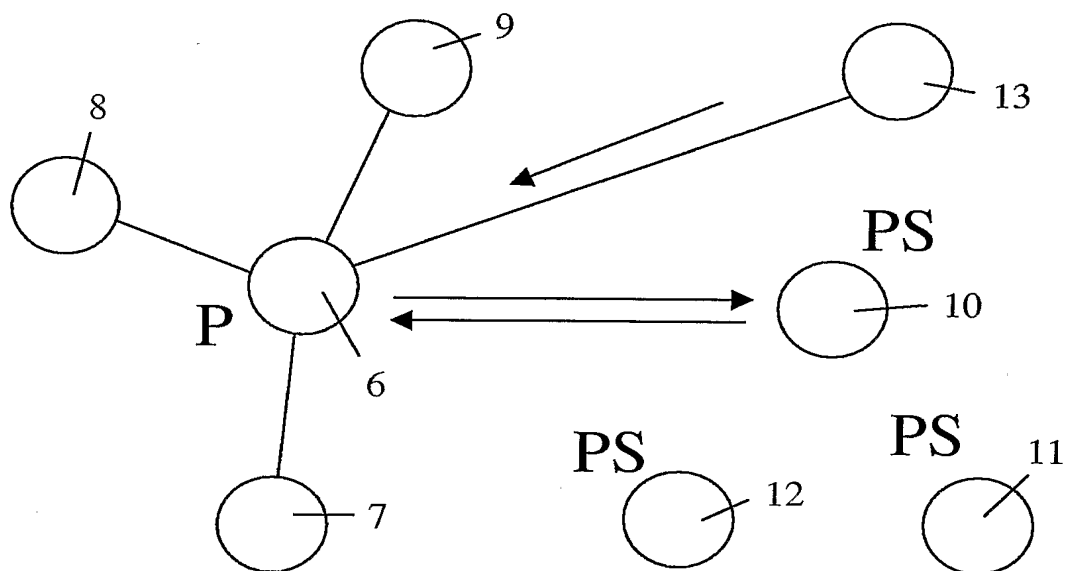


FIG. 5

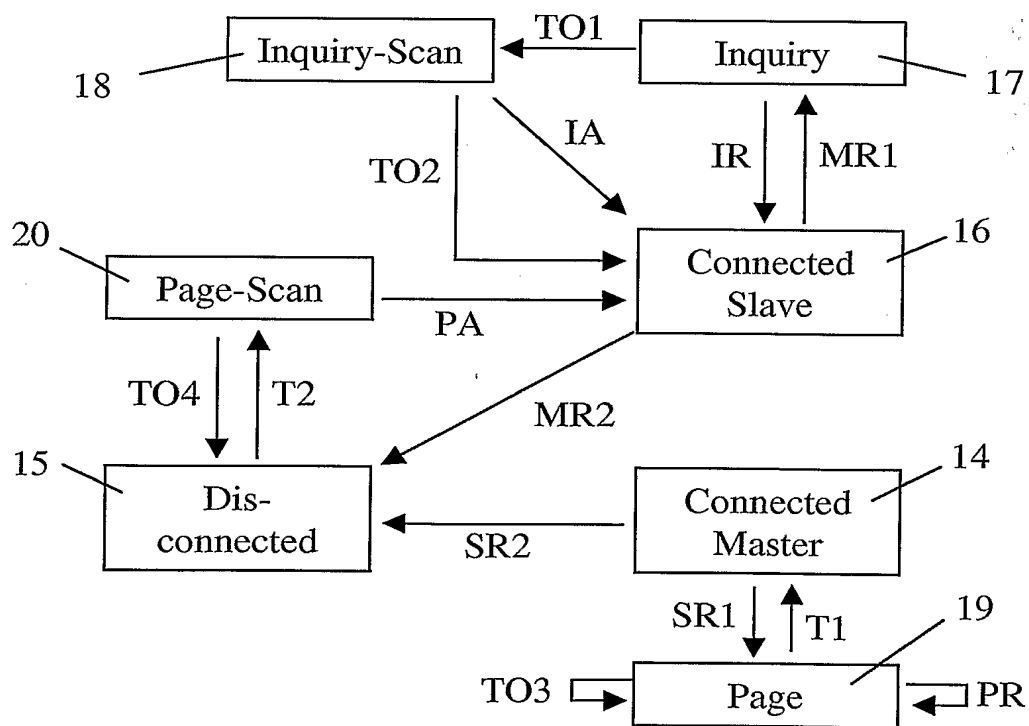


FIG. 6

IB 05 50692

